



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
REPOSITÓRIO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INTELECTUAL DA UNICAMP**

Versão do arquivo anexado / Version of attached file:

Versão do Editor / Published Version

Mais informações no site da editora / Further information on publisher's website:

<https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/473>

DOI: 10.22292/mas.v10i5.473

Direitos autorais / Publisher's copyright statement:

©2016 by UNINTER. All rights reserved.

DIRETORIA DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo

CEP 13083-970 – Campinas SP

Fone: (19) 3521-6493

<http://www.repositorio.unicamp.br>



Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade
Versão on-line ISSN2319-2856
Volume 10, número 5. Curitiba – PR. Jan/maio - 2016

Fontes de energia renováveis geradas por meio dos dejetos de animais domésticos

Viviane Amaral Ferreira
viviamfer@yahoo.com.br

Mestre e Doutoranda em Engenharia
Química na Universidade Estadual de
Campinas.

Elias Basile Tambougi
eliastam@feq.unicamp.br

Doutor em Engenharia Química pela
Universidade de São Paulo, Professor
Titular da Universidade Estadual de
Campinas.

Recebido em: 26/11/2015
Aprovado em: 14/03/2016

RESUMO

Atualmente, os municípios brasileiros veem enfrentando vários problemas em dispor adequadamente seus resíduos, muitos deles sem nenhum controle. Esta é uma prática que acarreta vários impactos ambientais e de saúde pública como: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, e vetores de transmissão de doenças. Neste artigo buscou-se investigar e avaliar os aspectos da Lei Federal n.º 12305/10, de 02/08/2010 e as diretrizes estabelecidas para destinação dos dejetos animais para que o desenvolvimento sustentável de municípios seja alcançado e que assegure a melhoria de qualidade de vida, promova boas práticas recomendadas para a saúde pública e proteja o meio ambiente contra as fontes poluidoras.

Palavras-chave: resíduos sólidos, resíduos animais, meio ambiente e saúde.

Renewable energy sources generated by livestock manure

ABSTRACT

Currently, the municipalities have been facing several problems in properly disposing their waste, many of them without any control. Such practice entails various environmental and public health consequences such as air, soil, surface and groundwater contamination, the development of pathogen foci, and disease transmission vectors. This study aimed to investigate and evaluate aspects of Federal Law no. 12305¹ and the guidelines established for animal waste disposal in order to achieve the sustainable development of municipalities as well as to ensure the improvement of the quality of life, promote good practices for public health and protect the environment against pollution sources.

Key words: solid waste, animal waste, environment and health.

INTRODUÇÃO

Os dejetos animais e a saúde

Na década de 60, com a industrialização e com o crescimento da população mundial, as indústrias aumentaram sua capacidade de produção e melhoraram seus processos e a qualidade de seus produtos. Com a crise do petróleo na década de 70, despertou-se o interesse em pesquisar fontes de energia renováveis, denominadas fontes de energia limpas, a bioenergia a partir de resíduos sólidos orgânicos de origem vegetal e animal tornou-se alternativa viável diminuindo a capacidade poluidora desses resíduos, pois o gás emitido por eles na decomposição, que antes iria para o meio ambiente, agora se destina a produção de energia e a porção sólida utilizada como adubo orgânico. (CLEAN ENERGY, 2004; GASPAR, 2003; PASSOS, 2002)

A partir de 1992, com a realização da Conferência das Nações Unidas, os países participantes reconheceram a necessidade de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a utilização dos recursos da natureza. Diante do aumento das atividades antrópicas, que tem contribuído para o aquecimento global, vem sendo discutidos a queima de combustíveis fósseis em usinas termelétricas, sistemas de aquecimento domésticos, lixões, aterros sanitários, agricultura, desmatamento florestal, entre outros. (VIEIRA, 2010; SENADO, 2016)

No manejo animal, os dejetos gerados contribuem com emissões atmosférica de amônia, óxido nitroso e metano, devendo ser tratados na visão da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Além disso, as formas inadequadas de descarte desses resíduos ocasionam por meio de processos de percolação, escoamento superficial dos dejetos acarretando a contaminação de solo e, como resultado o enriquecimento de nitrogênio e fósforo que contribuem para a eutrofização das águas superficiais e subterrâneas.

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente (2013. 76 p. 13), a Política Nacional de Resíduos Sólidos tem como objetivos:

A não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final dos rejeitos; o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; a adoção, o desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; o incentivo à indústria da reciclagem, para fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; a gestão integrada de resíduos sólidos; a articulação entre diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada dos resíduos sólidos; a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

No sistema social atual, constitui-se um modelo de família em que, na maioria das vezes, existe um ou mais animais envolvidos; cães e gatos são comumente observados nesse modelo. O convívio do homem com esses “animais de estimação” não está limitado a uma situação de simples convívio, tanto seres humanos quanto animais estão sobre a cadeia epidemiológica. (CASSENTE, 2010, p.28)

A verticalização das construções incentivou e possibilitou a concentração elevada de pessoas em um espaço territorial relativamente pequeno, segundo Ferreira e

Tambourgi (2009). Atrelado a isso, ocorreu o aumento de vários problemas nos centros urbano sendo o principal, relacionado à saúde.

Nesse sentido, os animais domésticos, cães e gatos, contribuem significativamente, pois frequentam áreas de passeio público, praças e parques nas quais defecam.

E segundo Cassenote (2010), um animal parasitado pode depositar algumas centenas de ovos no ambiente tornando o local contaminado e, portanto, representando risco para seus usuários.

Em Porto Alegre (2012), a Lei Complementar nº 694 descreve que, “a guarda responsável é o conjunto de compromissos assumidos pela pessoa natural ou jurídica – guardião ou responsável – ao adquirir, adotar ou utilizar um animal, que consiste no atendimento das necessidades físicas, psicológicas e ambientais e de saúde do animal e na prevenção de riscos que esse possa causar à comunidade ou ao ambiente, tais como os de potencial de agressão, de transmissão de doenças ou de danos a terceiros”.

No Brasil há vários estudos relacionados a doenças direta ou indireta transmitida por animais domésticos como, por exemplo: ancilostomíase, toxoplasmose, toxocaríase, raiva, sarna, brucelose, larva *migrans* dentre outras.

Podemos classificar em dois grandes grupos os seres que habitam os resíduos, que são os seguintes: os macrovetores, como por exemplo, ratos, baratas, moscas e mesmo animais de maior porte, como cães, aves, suínos, equinos. O próprio homem, catador de resíduos enquadra-se neste grupo. No segundo grupo, os microvetores, estão os vermes, bactérias, fungos, actinomicetos e vírus, sendo estes últimos os de maior importância epidemiológica por serem patogênicos e, portanto, nocivos ao homem. (LIMA, 1995)

Zanon (1990) observa que o risco potencial de transmissão direta de doenças infecciosas por qualquer tipo de resíduo sólido dependerá: da presença de um agente infeccioso; da sua capacidade de sobrevivência no resíduo sólido; e da possibilidade de sua transmissão para um hospedeiro susceptível.

Processos de transformações de resíduos

Na tentativa de atender esta demanda o homem transforma cada vez mais matérias-primas em produtos acabados, gerando assim, maiores quantidades de resíduos que, dispostos em aterros e lixões inadequados, cada vez mais distantes e onerosos, comprometem o meio ambiente e a saúde populacional. (Ferreira, 2010)

Pensando nos recursos naturais não renováveis o homem, vem buscando alternativas de tratamento de resíduos, a partir de técnicas de processos industriais de transformação existentes há décadas. Partindo desse princípio a Tabela 1, resume alguns processos de transformações utilizados no tratamento de resíduos sólidos.

Figura 1: Processos de transformações utilizados para o gerenciamento de resíduos, adaptada. (TCHOBANOGLOUS,1993)

Processo de Transformação	Métodos de Transformação	Principal conversão em produtos
Físico		
Separação de componentes	Manual ou mecânica	Componentes individuais encontrados nos resíduos.
Redução de volume	Aplicação de energia em forma de força ou pressão	Redução do volume do material original.
Redução de tamanho	Aplicação de energia para retalhamento e moagem	Redução de tamanho dos componentes originais.
Químico		
Combustão	Oxidação Térmica	Dióxido de carbono (CO ₂), dióxido de enxofre (SO ₂), outros produtos de oxidação, cinzas.
Pirólise	Destilação destrutiva	Vários gases, alcatrão e composto de carbono.
Biológico		
Compostagem aeróbica	Conversão biológica aeróbica	Composto umidificado usado como condicionador de solos.
Compostagem anaeróbica	Conversão biológica anaeróbica	Metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂), húmus.

No tratamento de resíduos animais as técnicas biológicas são as mais utilizadas, pois, a degradação biológica anaeróbia da matéria orgânica, também chamada de massa biológica ou biomassa, presente nesses resíduos, forma uma mistura rica em gás metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), o biogás.

A biomassa é resultante da decomposição de materiais orgânicos, como: rejeitos animais (fezes e vísceras de animais), rejeitos vegetais derivados da agricultura e indústrias (bagaço de cana de açúcar, manipueira, casca de coco, casca de arroz etc.) e rejeitos alimentares (cascas de frutas, legumes, restos de comidas), entre outros.

O Balanço Energético Nacional (BEN, 2015) demonstra que o uso de biomassa, em 2013 correspondia em 6,6% da matriz energética brasileira, já em 2014 esse índice passou a 7,4%, isso significa que as indústrias estão buscando alternativa de fontes energéticas. Cabe ressaltar que os dados divulgados incluem como fonte de biomassa a lenha, o bagaço de cana, a lixívia e outras recuperações.

Estudos em desenvolvimento

Com a crise hídrica que o país vem enfrentando, as alternativas energéticas por meio de fontes renováveis vêm sendo discutidas constantemente, por várias entidades e segmentos, com isso o reaproveitamento de resíduos tornou-se fonte de pesquisa nos últimos anos.

Visando contribuir para que empreendimentos diminuam do custo de energia elétrica de suas propriedades, proporcionando o desenvolvimento econômico e a melhoria do setor energético local, a América do Norte e Europa já possuem projetos gerando biogás para produção de eletricidade por meio de processos biológicos, que além de destinar corretamente os dejetos animais, na geração de energia limpa e renovável, contribuem no controle das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e ainda, têm direito a créditos de carbono e pode comercializá-los com os países que têm metas a cumprir.

Em Genebra, Océane Izard (2015) desenvolveu um aparelho portátil que converte os dejetos de cães em eletricidade para uso domiciliar chamada de Poo Poo Power, o

equipamento pode ajudar a fornecer energia para aparelhos domésticos. Os proprietários de cães devem colocar as fezes do animal em um saco biodegradável, e este por sua vez, é depositado na parte superior do equipamento e fará todo o tratamento biológico que resultará em gás metano, no qual será convertido em energia elétrica. O equipamento dispõe de baterias portáteis acopladas que armazenam a carga elétrica. A energia é armazenada em baterias que podem ser utilizadas dentro de casa. A quantidade de energia produzida varia de acordo com o cão, por exemplo, um beagle produz cerca de 250 e 340 gramas de fezes por dia, já um pastor alemão produz o dobro, na qual suficiente para manter uma geladeira ligada por quase duas horas.

Na Grã-Bretanha, Gary Downie desenvolveu um projeto chamado de Poopy Power e revende módulos de biodigestores e produtores de energia com diversas capacidades, todos desenvolvidos para aproveitamento de fezes de cães. (MAILONLINE, 2013; RIO SUL PETS, 2015)

No Zoológico de Munique, na Alemanha, as fezes dos elefantes já são reaproveitadas e transformadas em energia, por meio de processos biológicos, para manter parte do Zoológico aquecido ou jaulas aquecidas como a do gorila. (CNN, 2015; GALILEU, 2015)

Em Massachusetts e Holanda um projeto piloto denominado “Park Spark Project” recolhe os dejetos dos animais em digestores anaeróbicos e gera energia para iluminar parques. (ESTADÃO, 2015; PROJECT, 2015)

A implantação de biodigestores, no Brasil é mais comum para tratamento de dejetos de suínos, bovinos e aviários e equinos aplicadas em propriedades rurais criadoras de animais. Para tratamento de rejeito de cães tem-se estudos apenas em escala laboratorial. (AMBIENTE, 2015; SANTOS, 2015)

A última Pesquisa Nacional de Saúde (PNS, 2013) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE**) e divulgada em junho de 2015, traz novos dados sobre animais de estimação nos lares do país. O instituto aponta que 44,3% dos domicílios do país possuem pelo menos um cachorro, o equivalente a 28,9 milhões de unidades domiciliares, o que dá uma média de 1,8 cachorro por domicílio que tem pelo menos um cão. (Globo, 2015)

Não podemos deixar de citar Leite e Marques (2002) que diz que “gerenciar os resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de

planejamento apoiado em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor o lixo de uma cidade, ou seja, é acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo dos resíduos, da geração à disposição final (“do berço ao túmulo”), empregando as técnicas e tecnologias mais compatíveis com a realidade local”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se neste artigo a importância do processo de sensibilização, na mudança de comportamento, da inserção da comunidade em opinarem sobre os programas existentes no seu município e na sua capacidade de respeitar o acúmulo de resíduos no meio ambiente.

A Lei Federal n.º 12305/10, de 02/08/2010 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos no País dispõe de diretrizes relativas à gestão integrada, gerenciamento dos resíduos e seus instrumentos econômicos visando articulações entre diferentes esferas do poder público com diferentes setores empresariais, cooperativas, associações ou outros grupos interessados com foco no diagnóstico, na criação de programas, projetos e outras ações que minimizem os impactos ambientais gerados a partir de alterações humanas ao meio ambiente.

Ainda cabe ressaltar, que no artigo 13 a Lei n.º 12305 não especifica classificação para recolhimento ou disposição final de dejetos animais. Poucos Estados e Municípios possuem Leis específicas que tratam do assunto: da criação, propriedade, posse, guarda, uso e transporte de animais entre outros e, os que possuem ainda não são regulamentadas, existem apenas projetos de regulamentação.

Os Estados e as Prefeituras devem apoiar atividades que promovam a integração das organizações, acompanhando as melhores técnicas disponíveis na busca de ações sustentáveis para o Município. A solução do problema dos resíduos sólidos pode envolver uma complexa relação interdisciplinar, abrangendo os aspectos políticos e geográficos, o planejamento local e regional, elemento de sociologia e demografia, entre outros.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE, Instituto Brasil. **Geração de energia a partir de resíduos/ Biodigestores para Dejetos**. Disponível em: < <http://www.brasilambiente.com.br/biodigestores.pdf>>. Acesso: 31/10/2015.

Balanço Energético Nacional (BEN, 2015). **Relatório Síntese I, ano base 2014**. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2015_Web.pdf>. Acesso: 20/10/2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago.10.

CASSENTE, Alex Jones Flores. **Frequência de anticorpos anti-toxocara spp em escolares do município de Fernandópolis-SP**, Brasil e análise de contaminação de solo por ovos de parasito. São Paulo, 2010. 28f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

CLEAN ENERGY. Biogás – Parte 1. Disponível em: <<http://cleanenergy.blogspot.com/2004/11/obiogsparte-1-introduo-o-biogs-tem.html>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

CNN, Journal Online. **Elephant-poo power electrifies zoo**. Disponível em: <http://edition.cnn.com/2011/10/10/world/europe/elephant-dung-biogas-munich/>. Acesso em: 30/09/2015.

ESTADÃO, Online. **Fezes de cães são usadas para iluminar parques nos Estados Unidos**. Disponível em: <<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,fezes-de-caes-sao-usadas-para-iluminar-parque-nos-estados-unidos,613699>>. Acesso em: 31/10/15.

FERREIRA, Viviane Amaral. **O sistema de destinação final dos resíduos urbanos do município de Santos**. Campinas, SP: [s.n.], 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 2010.

FERREIRA, Viviane Amaral; TAMBOURGI, Elias Basile. A importância do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. **Exacta**, São Paulo, Brasil, v. 7, n. 2, p. 157-163, 2009,

GALILEU, Online. **Fezes de elefante geram energia para zoológico**. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,EMI272302-17770,00-FEZES+DE+ELEFANTE+GERAM+ENERGIA+PARA+ZOOLOGICO.html>. Acesso em: 31/10/2015.

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR. 2003.

GLOBO, G1 ONLINE. Brasileiros têm 52 milhões de cães e 22 milhões de gatos, aponta IBGE. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/06/brasileiros-tem-52-milhoes-de-caes-e-22-milhoes-de-gatos-aponta-ibge.html>>. Acesso: 15/10/2015.

LEITE, W.C.A.; MARQUES, A.L.P. Gestão e tratamento de resíduos sólidos. São Vicente, 2002. 93p.

LIMA, L. M. Q., Lixo, Tratamento e Biorremediação, São Paulo, p.11-12:29-43, 1995.
MAILONLINE. **Poopy power: Britain's first commercial venture to convert dog mess into free heat and renewable electricity is to be unveiled in July**. Disponível em: <<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2316475/Poopy-power-Britains-commercial-venture-convert-dog-mess-free-heat-renewable-electricity-unveiled-July.html#ixzz3rUYXCh1E>>. Acesso em 31/10/15.

OCÉANE IZARD, 2015. **Small odour-free domestic processing unit to transform your dog's excrement into energy in the form of electric batteries**. Exhibition The Animal Party in International Furniture Fair in Milan, 2015. Disponível em: < <http://oceaneizard.com/>> Acesso: 10/11/2015.

PASSOS, Elizabeth Nunes Alves. **Risco industrial: critério de aceitabilidade considerando a taxa de mortalidade por causas externas do estado de São Paulo**. São Paulo, 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, USP, 2002.

PNS, 2013. Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pns/2013_vol2/default_xls.shtm>. Acesso: 15/11/2015.

PORTO ALEGRE. Lei Complementar nº 694, de 21 de maio de 2012. Art. 2, inc II. Consolida a legislação sobre criação, comércio, exibição, circulação e políticas de proteção de animais no município de Porto Alegre e revoga legislação sobre o tema.

PROJECT, The Park Spark. **Drachten, Netherlands.** Disponível em: <
<http://parksparkproject.com/artwork/1421884.html>>. Acesso em: 31/10/2015.

RIO SUL PETS. **Alemanha gera energia com fezes de cães.** Disponível em:
<<http://www.riosulpets.com/#!ALEMANHA-GERA-ENERGIA-COM-FEZES-DE-C%C3%83ES/c20jp/4E29A323-B6DE-427F-92B9-81B1E460FCC4>>. Acesso em 31/10/15.

SANTOS, Edval Luiz Batista dos; JUNIOR, Geraldo de Nardi. **Produção de Biogás a partir de dejetos de origem animal.** Disponível em: <
<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/download/216/181>>. Acesso em: 31/10/2015.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resíduos Sólidos. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental; autores: Mansor, Maria Teresa C.; Camarão, Teresa Cristina R. Costa; Capelini, Márcia; Kovacs, André; Filet, Martinus; Santos, Gabriela de A.; Silva, Amanda Brit. 2a Ed. São Paulo : SMA, 2013. p. 13; 76, (Cadernos de Educação Ambiental, 6).

SENADO. **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países.** Disponível em:
<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>.
Acesso: 05/05/2016.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN H, Vigal SA. Integrated solid wastes: engineering principles and managent issues. New York: McGraw-Hill, 1993.

VIEIRA et al. **Práticas de manejo para minimizar a emissão de gases de efeito estufa associadas ou não ao uso de fertilizantes.** Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, 2010.

ZANON, U. **Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: Realidade epidemiológica ou ficção sanitária?** . Rev Soc Bras Med Trop, p.23:163-70, 1990.